

DERWENT-ACC-NO: 2001-240511

DERWENT-WEEK: 200125

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Mask pattern formation method for thin film magnetic head manufacture involves developing two resists using liquid developers for forming upper and lower mask patterns having different solubilities

PATENT-ASSIGNEE: SONY CORP[SONY]

PRIORITY-DATA: 1999JP-0217520 (July 30, 1999)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 2001043515 A	February 16, 2001	N/A	017	G11B 005/39

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP2001043515A	N/A	1999JP-0217520	July 30, 1999

INT-CL (IPC): G11B005/39

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2001043515A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - Resists (20,21) are coated on mask pattern formation surface and developed using different liquid developers, to form upper and lower mask patterns. The solubility of resist (21) in liquid developer used for developing lower mask is greater than resist (20) while the solubility of resist in liquid developer used for developing upper mask is greater than resist (21).

DETAILED DESCRIPTION - A portion of resist (20) is removed to create bridge portion on upper mask pattern. An INDEPENDENT CLAIM is also included for thin film magnetic head manufacturing method.

USE - For forming mask patterns used for manufacturing thin film magnetic heads.

ADVANTAGE - Generation of burrs on mask pattern formation surface is prevented

since the resists have different solubility in different liquid developer.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the cross sectional perspective diagram of thin film magnetic head after having developed upper resist layer.

Resists 20,21

CHOSEN-DRAWING: Dwg.6/27

TITLE-TERMS: MASK PATTERN FORMATION METHOD THIN FILM MAGNETIC
HEAD MANUFACTURE

DEVELOP TWO RESIST LIQUID DEVELOP FORMING UPPER LOWER
MASK PATTERN
SOLUBLE

DERWENT-CLASS: A85 L03 T03

CPI-CODES: A99-A; L03-B05M;

EPI-CODES: T03-A03E;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C2001-072250

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2001-172517

PAT-NO: JP02001043515A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001043515 A

TITLE: FORMATION OF MASK PATTERN AND MANUFACTURE OF THIN
FILM
MAGNETIC HEAD

PUBN-DATE: February 16, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KATAKURA, TORU	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SONY CORP	N/A

APPL-NO: JP11217520

APPL-DATE: July 30, 1999

INT-CL (IPC): G11B005/39

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the occurrence of burrs at the time of stripping resist even if materials removed by etching are re-stuck to the resist by successively applying a first and a second resist on a mask pattern forming surface, forming an upper layer mask pattern with the second resist and forming a lower layer mask pattern by removing a part of the first resist with a prescribed developer.

SOLUTION: A first and second resist 20 and 21 are applied onto a SV film 8a becoming SV type MR element. A latent image is formed in the second resist 21 and developed to form an upper layer mask pattern. Then a part of the first resist 20 is removed by using a developer which hardly dissolves the second resist 21 to form a lower layer mask pattern. Therefore, a space is formed between the upper layer mask pattern and the SV film 8a and even if the SV film 8a removed by etching is left right above the part to be the SV type MR element

and re-adhered to the second resist 21, no burr is generated at the time of stripping of the second resist 21.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-43515

(P2001-43515A)

(43) 公開日 平成13年2月16日 (2001.2.16)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

テーム* (参考)

G 1 1 B 5/39

G 1 1 B 5/39

5 D 0 3 4

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平11-217520

(22) 出願日 平成11年7月30日 (1999.7.30)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 片倉 亨

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(74) 代理人 100067736

弁理士 小池 晃 (外2名)

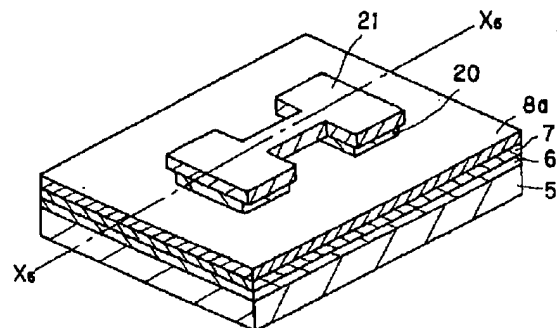
Fターム(参考) 5D034 BA04 BB12 DA05 DA07

(54) 【発明の名称】 マスクパターンの形成方法及び薄膜磁気ヘッドの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 エッチングにより除去された除去物がレジストに再付着しても、レジスト剥離時にバリを発生させない。

【解決手段】 マスクパターン形成面上に第1のレジストを塗布する第1の塗布工程と、第2のレジストを塗布する第2の塗布工程と、第2のレジストを露光する露光工程と、第2のレジストを第1の現像液を用いて現像する第1の現像工程と、第1のレジストの一部を第2の現像液を用いて溶解除去する第2の現像工程とを備える。そして、第1の現像液として、第2のレジストの第1の現像液に対する溶解度が、第1のレジストの第1の現像液に対する溶解度よりも大きいものを用い、且つ、第2の現像液として、第1のレジストの第2の現像液に対する溶解度が、第2のレジストの第2の現像液に対する溶解度よりも大きいものを用いる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 マスクパターンを形成するに際し、マスクパターン形成面上に第1のレジストを塗布する第1の塗布工程と、

上記第1の塗布工程でマスクパターン形成面上に塗布された上記第1のレジスト上に第2のレジストを塗布する第2の塗布工程と、

上記第2の塗布工程で第1のレジスト上に塗布された上記第2のレジストを露光して、第2のレジスト中に所定のパターン潜像を形成する露光工程と、

上記露光工程でパターン潜像が形成された第2のレジストを、第1の現像液を用いて現像して上層マスクパターンとする第1の現像工程と、

上記第1のレジストの一部を第2の現像液を用いて溶解除去して下層マスクパターンとする第2の現像工程とを備え、

上記第1の現像工程において、上記第1の現像液として、第2のレジストの第1の現像液に対する溶解度が、第1のレジストの第1の現像液に対する溶解度よりも大きいものを用い、且つ、

上記第2の現像工程において、上記第2の現像液として、第1のレジストの第2の現像液に対する溶解度が、第2のレジストの第2の現像液に対する溶解度よりも大きいものを用い、

上記上層マスクパターンは、第2のレジストが残存しているレジスト残存部分のうち、上記下層マスクパターンの第1のレジストが除去された部分上に亘って架け渡されたレジスト橋架部分を有しており、上記レジスト橋架部分と上記マスクパターン形成面との間は空間とされていることを特徴とするマスクパターンの形成方法。

【請求項2】 上記第1のレジストは、ポリメチルグルタールイミドを含有することを特徴とする請求項1記載のマスクパターンの形成方法。

【請求項3】 上記第2のレジストは電子線レジストであることを特徴とする請求項1記載のマスクパターンの形成方法。

【請求項4】 上記上層マスクパターンのレジスト残存部分は、上記下層マスクパターンのレジスト残存部分よりも大きくなされていることを特徴とする請求項1記載のマスクパターンの形成方法。

【請求項5】 薄膜磁気ヘッドを製造するに際し、薄膜形成面上に上記薄膜磁気ヘッドを構成する薄膜を形成する薄膜形成工程と、
上記薄膜形成工程で形成された薄膜上にマスクパターンを形成するマスクパターン形成工程と、
上記マスクパターン形成工程で形成されたマスクパターンから露出している上記薄膜をエッチングにより除去して当該薄膜を所定の形状とするエッチング工程とを有し、
上記マスクパターン形成工程は、

上記薄膜上に第1のレジストを塗布する第1の塗布工程と、

上記第1の塗布工程で上記薄膜上に塗布された上記第1のレジスト上に第2のレジストを塗布する第2の塗布工程と、

上記第2の塗布工程で第1のレジスト上に塗布された上記第2のレジストを露光して、第2のレジスト中に所定のパターン潜像を形成する露光工程と、

上記露光工程でパターン潜像が形成された第2のレジストを、第1の現像液を用いて現像して上層マスクパターンとする第1の現像工程と、

上記第1のレジストの一部を第2の現像液を用いて溶解除去して下層マスクパターンとする第2の現像工程とを備え、

上記第1の現像工程において、上記第1の現像液として、第2のレジストの第1の現像液に対する溶解度が、第1のレジストの第1の現像液に対する溶解度よりも大きいものを用い、且つ、

上記第2の現像工程において、上記第2の現像液として、第1のレジストの第2の現像液に対する溶解度が、第2のレジストの第2の現像液に対する溶解度よりも大きいものを用い、

上記上層マスクパターンは、第2のレジストが残存しているレジスト残存部分のうち、上記下層マスクパターンの第1のレジストが除去された部分上に亘って架け渡されたレジスト橋架部分を有しており、上記レジスト橋架部分と上記薄膜との間は空間とされていることを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項6】 上記第1のレジストは、ポリメチルグルタールイミドを含有することを特徴とする請求項5記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項7】 上記第2のレジストは電子線レジストであることを特徴とする請求項5記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項8】 上記上層マスクパターンのレジスト残存部分は、上記下層マスクパターンのレジスト残存部分よりも大きくなされていることを特徴とする請求項5記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項9】 上記薄膜は、磁気抵抗効果膜であることを特徴とする請求項5記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項10】 上記磁気抵抗効果膜は、複数の薄膜層が積層された巨大磁気抵抗効果膜であることを特徴とする請求項9記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項11】 上記巨大磁気抵抗効果膜は、第1の強磁性層と、非磁性層と、第2の強磁性層と、反強磁性層とを有するスピンバルブ膜であることを特徴とする請求項10記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項12】 上記エッチング工程において、上記磁気抵抗効果膜が略長方形とされるとともに、当該磁気

抵抗効果膜の長手方向が、磁気記録媒体との対向面と略平行とされることを特徴とする請求項9記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項15】 上記エッチング工程において、上記磁気抵抗効果膜が略長方形とされるとともに、当該磁気抵抗効果膜の長手方向が、磁気記録媒体との対向面と略垂直とされることを特徴とする請求項9記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マスクパターンの形成方法、及び薄膜磁気ヘッドの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ハードディスク装置における小型大容量化が進行するなかで、特に可搬性パーソナルコンピュータへの適用が考慮される用途では、例えば2.5インチ程度の小型ハードディスク装置に対する要求が高まっている。

【0003】磁界によって抵抗率が変化する磁気抵抗効果を有する磁性膜（以下、MR膜と称する。）の抵抗変化を再生出力電圧として検出する磁気抵抗効果型磁気ヘッド（以下、MRヘッドと称する。）は、その再生出力が媒体速度に依存せず、低媒体速度でも高再生出力が得られるという特徴を有するため、小型ハードディスクにおいて大容量化を実現する磁気ヘッドとして注目されている。

【0004】このようなMRヘッドは、例えば、非磁性の基板の上に、薄膜技術により上記MR膜や電極膜、絶縁膜等を成膜し、フォトリソグラフィ技術によってこれらを所定形状にエッチングすることにより形成される。

【0005】例えば、磁気抵抗効果素子（以下、MR素子と称する。）を形成する場合、まず、当該MR素子が形成される形成面上に、MR膜等からなるMR素子用薄膜を成膜する。次に、このMR素子用薄膜上にレジストを塗布する。そして、このレジストに対して露光、現像を行うことにより、所定形状のレジストパターンを形成する。具体的には、このレジストパターンは、MR素子となる部分にレジストが残存しているパターンとする。次に、このレジストパターンをマスクとしてエッチングを行い、マスクから露出している部分のMR素子用薄膜を除去する。このエッチングは、例えばイオンエッチングにより行う。最後に、レジストを除去することにより、所定の位置にMR素子が形成された状態となる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、レジストパターンをマスクとして、マスクから露出しているMR膜をエッチングにより除去する際、エッチングにより除去されたMR素子用薄膜が、レジストの側面に再付着してしまうという問題が生じる。

【0007】エッチングにより除去されたMR膜がレジ

ストに再付着してしまうと、レジストを剥離する際に、この再付着したMR膜が、MR素子の側面にバリを発生させてしまう。そして、このバリの発生は、MR素子の感度を大きく低下させてしまうとともに、MRヘッドの歩留まりを悪化させる原因となっていた。

【0008】従来は、MR素子の表面をブラシでこするとともに水で洗浄することにより、機械的にこのバリを除去していた。しかし、この方法では、MR素子の表面を傷つけてしまう。また、洗浄に使われる水により、MR素子が劣化してしまうという問題もある。

【0009】このような、エッチングによる除去物の再付着、及びその再付着物によるバリの発生を抑えるために、マスクパターンの断面形状の改善等が提案されているが、未だに十分な効果は得られていない。

【0010】本発明は、上述したような従来の実情に鑑みて提案されたものであり、エッチングにより除去された除去物がレジストに再付着しても、レジスト剥離時にバリを発生させないマスクパターンの形成方法及びそれを適用した薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明のマスクパターンの形成方法は、マスクパターン形成面上に第1のレジストを塗布する第1の塗布工程と、上記第1の塗布工程でマスクパターン形成面上に塗布された上記第1のレジスト上に第2のレジストを塗布する第2の塗布工程と、上記第2の塗布工程で第1のレジスト上に塗布された上記第2のレジストを露光して、第2のレジスト中に所定のパターン潜像を形成する露光工程と、上記露光工程でパターン潜像が形成された第2のレジストを、第1の現像液を用いて現像して上層マスクパターンとする第1の現像工程と、上記第1のレジストの一部を第2の現像液を用いて溶解除去して下層マスクパターンとする第2の現像工程とを備える。

【0012】そして、本発明のマスクパターンの形成方法は、上記第1の現像工程において、上記第1の現像液として、第2のレジストの第1の現像液に対する溶解度が、第1のレジストの第1の現像液に対する溶解度よりも大きいものを用い、且つ、上記第2の現像工程において、上記第2の現像液として、第1のレジストの第2の現像液に対する溶解度が、第2のレジストの第2の現像液に対する溶解度よりも大きいものを用い、上記上層マスクパターンは、第2のレジストが残存しているレジスト残存部分のうち、上記下層マスクパターンの第1のレジストが除去された部分上に亘って架け渡されたレジスト橋架部分を有しており、上記レジスト橋架部分と上記マスクパターン形成面との間は空間とされていることを特徴とする。

【0013】上述したような本発明に係るマスクパターンの形成方法では、第1のレジスト上に第2のレジスト

を塗布し、当該第2のレジストを露光して第2のレジスト中に所定のパターン潜像を形成している。そして、本発明に係るマスクパターンの形成方法では、まず、第2のレジストを現像して上層マスクパターンを形成し、次に、第1のレジストの一部を溶解除去して下層マスクパターンを形成している。上層マスクパターンに、マスクパターン形成面との間が空間とされたレジスト橋架部分が容易に形成される。さらに、本発明に係るマスクパターンの形成方法では、レジストを2層に形成していても、パターンニングの工程が1回で済むので、2層のレジスト間でのパターンニングの位置ずれが起らず、また、工程を簡単にすることができる。

【0014】また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、薄膜形成面上に上記薄膜磁気ヘッドを構成する薄膜を形成する薄膜形成工程と、上記薄膜形成工程で形成された薄膜上にマスクパターンを形成するマスクパターン形成工程と、上記マスクパターン形成工程で形成されたマスクパターンから露出している上記薄膜をエッチングにより除去して当該薄膜を所定の形状とするエッチング工程とを有する。

【0015】そして、上記マスクパターン形成工程は、上記薄膜上に第1のレジストを塗布する第1の塗布工程と、上記第1の塗布工程で上記薄膜上に塗布された上記第1のレジスト上に第2のレジストを塗布する第2の塗布工程と、上記第2の塗布工程で第1のレジスト上に塗布された上記第2のレジストを露光して、第2のレジスト中に所定のパターン潜像を形成する露光工程と、上記露光工程でパターン潜像が形成された第2のレジストを、上記第1の現像液を用いて現像して上層マスクパターンとする第1の現像工程と、第1のレジストの一部を第2の現像液を用いて溶解除去して下層マスクパターンとする第2の現像工程とを備える。

【0016】そして、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、上記第1の現像工程において、上記第1の現像液として、第2のレジストの第1の現像液に対する溶解度が、第1のレジストの第1の現像液に対する溶解度よりも大きいものを用い、且つ、上記第2の現像工程において、上記第2の現像液として、第1のレジストの第2の現像液に対する溶解度が、第2のレジストの第2の現像液に対する溶解度よりも大きいものを用い、上記上層マスクパターンは、第2のレジストが残存しているレジスト残存部分のうち、上記下層マスクパターンの第1のレジストが除去された部分上に亘って架け渡されたレジスト橋架部分を有しており、上記レジスト橋架部分と上記薄膜との間は空間とされていることを特徴とする。

【0017】上述したような本発明に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、上記マスクパターン形成工程で形成されたマスクパターンが上層マスクパターンと下層マスクパターンとの2層構成とされるとともに、上層マスクパターンがレジスト橋架部分を有し、上記レジスト橋架

部分と上記薄膜との間は空間とされている。そのため、この薄膜磁気ヘッドの製造方法では、上記エッチング工程において、このマスクパターンをマスクとしてエッチングすることにより所定形状とされた薄膜の、エッチングにより除去されてマスクパターンに再付着した薄膜によって発生する形状劣化が防止される。

【0018】

【発明の実施の形態】〈第1の実施の形態〉以下、本発明の実施の形態について説明する。

10 【0019】図1及び図2は、本発明を適用して製造される薄膜磁気ヘッド1の一構成例を示す図である。ここで、図1は、薄膜磁気ヘッド1の要部を抜き出して示した斜視図であり、図2は、図1のX₁-X₂線における断面図である。この薄膜磁気ヘッド1は、磁気記録媒体2から情報信号を再生するMRヘッド部3と、磁気記録媒体2に対して情報信号を記録するインダクティブ型磁気ヘッド部4とを有する。

20 【0020】MRヘッド部3は、Al₂O₃-TiC等の非磁性材料からなる基板5と、基板5上に形成された下部磁性層6と、下部磁性層6上に形成された絶縁層7と、絶縁層7上に形成された平面略長方形形状のスピバルブ膜からなるMR素子（以下、SV型MR素子と称する。）8と、SV型MR素子8の長手方向の一端部（ここでは便宜的に後端部と称する。）に接続された後端電極9と、SV型MR素子8の他端部（ここでは便宜的に前端部と称する。）に接続された前端電極10と、SV型MR素子8、後端電極9及び前端電極10上に亘って形成された絶縁層11と、絶縁層11上に形成された上部磁性層12とを備えている。

30 【0021】このMRヘッド部3は、平面略長方形形状のSV型MR素子8と後端電極9及び前端電極10とが、下部磁性層6及び上部磁性層12にて挟み込まれたものである。また、このMRヘッド部3は、SV型MR素子8の長手方向が磁気記録媒体2の信号記録面に対して略垂直となるように、また、SV型MR素子8の前端部が磁気記録媒体2との対向面側となるようにSV型MR素子8が配設された、いわゆる縦型のMRヘッドである。

40 【0022】ここで、スピバルブ膜（以下、SV膜と称する。）は、基本的には、第1の強磁性層と、非磁性層と、第2の強磁性層と、反強磁性層とがこの順に積層された4層構造をとる。第1の強磁性層と第2の強磁性層とを非磁性層で分離し、第2の強磁性層上に反強磁性層を設けることで、反強磁性層と接した第2の強磁性層はある一定方向に磁化された状態になる（以下、このような強磁性層をピン層と称する。）。一方、非磁性層で分離された第1の磁性層は決まった磁化方向をとらない（以下、このような強磁性層をフリー層と称する。）。つまり、ピン層は保磁力が大きく、フリー層は保磁力が小さくなる。上述したような構成のスピバルブ膜に磁界をかけると、フリー層の磁化方向が決まる。フリー層

の磁化方向とピン層の磁化方向とが 180° 逆のときに、スピンバルブ膜の抵抗は最大になる。一方、フリー層とピン層の磁化方向が同一となる時に、スピンバルブ膜の抵抗は最小となる。したがって、上記SV型MR素子8においては、このSV膜の抵抗変化を利用して外部磁界の検出を行うこととなる。

【0023】上記フリー層及びピン層としては、NiFe、NiFeCo、パーマロイ合金等の公知の軟磁性材料が使用可能である。上記非磁性層としては、Cu、CuNi、CuAg等が使用できる。また、上記反強磁性層としては、IrMn、RhMn、PtMn、FeMn、CrMnPt、NiO、NiCoO等が使用できる。

【0024】上記後端電極9及び上記前端電極10は、SV型MR素子8の長手方向の両端部に重なるように設けられたものであり、後端電極9から前端電極10に向かってSV型MR素子8内にセンス電流が流される。

【0025】上部磁性層12は、SV型MR素子8における前端電極10に接続し、磁気記録媒体2との対向面付近で屈曲して、上方側から後端電極9側に向かって延在されている。そして、この上部磁性層12は、導電性材料よりなり、前端電極10のリード部としての役割も担っている。なお、この上部磁性層12と下部磁性層6の先端部間が磁気ギャップとなる。さらに、この上部磁性層12は、後述するように、インダクティブ型磁気ヘッド部4の下部磁気コアを兼ねている。

【0026】上述したような縦型のMRヘッド部3は、SV型MR素子8が外部磁界によって抵抗変化を起こすことを利用して、磁気記録媒体2からの信号磁界を検出することができる。

【0027】インダクティブ型磁気ヘッド部4は、下部磁気コアとなる上部磁性層12と、上部磁性層12上に形成され磁気ギャップとなるギャップ膜13と、ギャップ膜13上に形成された第1の平坦化層14と、第1の平坦化層14上にスパイラル状に形成された導体コイル15と、導体コイル15上に形成された第2の平坦化層16と、第2の平坦化層16上に形成された軟磁性材からなる上部磁気コア17とを備える。

【0028】このようなインダクティブ型磁気ヘッド部4では、上部磁性層12（下部磁気コア）-上部磁気コア17によって閉磁路が形成されている。このため、このインダクティブ型磁気ヘッド部4では、下部磁気コアと上部磁気コア17との間に磁位差が生じ、この磁位差による磁束が導体コイル15を流れる電流と効率よく交差して、磁気記録媒体2への記録磁界の印加を行うことができる。

【0029】上述したような薄膜磁気ヘッド1の製造方法について説明する。

【0030】初めに、MRヘッド部3を作製する。まず、 Al_2O_3-TiC 等からなる非磁性基板5上に、軟

磁性材料よりなる下部磁性層6を形成する。次に、この下部磁性層6上に Al_2O_3 等よりなる絶縁層7を積層する。この絶縁層7は、MRヘッド部3の磁気ギャップを形成する。さらに、この絶縁層7上にSV型MR素子8となるSV膜を形成する。

【0031】次に、SV型MR素子8を形成する。まず、上記SV膜上にレジストを塗布し、フォトリソグラフィ技術により、SV型MR素子8となる部分のみレジストが残存したマスクパターンを形成する。なお、上記マスクパターンの形成方法については、後に詳細に説明する。

【0032】次に、上記マスクパターンをマスクとしてエッチングを行い、上記マスクから露出している部分のSV膜を除去する。エッチングは、例えばイオンエッチング等により行う。最後に、レジストを剥離することにより、SV膜が所定の形状となされてSV型MR素子8が形成される。

【0033】次いで、SV型MR素子8の後端部に、このSV型MR素子8にセンス電流を提供するための後端電極9を形成する。その後、SV型MR素子8及び後端電極9上に絶縁層11を積層する。

【0034】そして、絶縁層11の先端部に、SV型MR素子8にセンス電流を提供するための前端電極10を形成し、この前端電極10上にインダクティブ型磁気ヘッド部4の下部磁気コアと兼用される上部磁性層12を形成して、MRヘッド部3が完成する。

【0035】次いで、インダクティブ型磁気ヘッド部4を作製する。まず、上部磁性層12上にギャップ膜13を成膜する。次いで、このギャップ膜13上に表面の平坦化を図って導体コイル15を正確に形成するための第1の平坦化層14を成膜する。この第1の平坦化層14は、例えば高分子材料等からなる。

【0036】次に、第1の平坦化層14上にパターンめっき法やイオンエッチング等により導体コイル15を形成する。この導体コイル15は、例えば、Cu等の導電性材料からなる。

【0037】次に、この導体コイル15上に第2の平坦化層16を形成するとともに、この第2の平坦化層16の表面を研磨して平坦化する。次に、第2の平坦化層16上にスパッタリングにより上部磁気コア17を形成するとともに、エッチングにより上部磁気コア17を所定形状に形成する。

【0038】以上の工程を経ることにより、インダクティブ型磁気ヘッド部4が形成され、薄膜磁気ヘッド1が完成する。

【0039】以下、MRヘッド部3のSV型MR素子8を形成する際のマスクパターンの形成方法について図3～図12を参照しながら詳細に説明する。

【0040】まず、図3に示すように、下部磁性層6と、絶縁層7と、SV型MR素子8になるSV膜8aが

形成された基板5を例えば約3000rpmで回転させながら、SV膜8a上に、第1のレジスト20をスピンコート法により例えば約0.1μmの厚さに塗布する。

【0041】この第1のレジストには、後述する第2のレジストの現像液に対しては溶解せず、当該第2のレジストが溶解しない所定の溶媒には溶解するような材料が用いられる。ここでは、このような第1のレジスト20として、シプレイ製LOL-1000を用いる。このLOL-1000は、主にポリメチルグルタールイミド(PMGI)からなる。

【0042】次に、SV膜8a上に塗布された第1のレジスト20に対して、露光前のプリベークを行う。このプリベークにより、第1のレジスト20の当該第1のレジスト用現像液に対する溶解速度を調整する。このプリベークは、クリーンオープンを用いて、空気雰囲気下、175度程度で約60分間行う。

【0043】次に、図4に示すように、基板5を例えば約3000rpmで回転させながら、第1のレジスト20上に第2のレジスト21をスピンコート法により例えば約0.6μmの厚さに塗布する。この第2のレジスト21としては、例えば電子線レジストが用いられる。ここで、電子線レジストとは、レジストを構成する高分子が電子との衝突によってエネルギーを受け、当該高分子の鎖の一部が切断されて分子量が小さくなるか、あるいは他の高分子と結合して大きな分子量の高分子に重合されるものをいう。また、この第2のレジスト21は、電子線が照射された部分の、現像液に対する溶解度が増大するポジ型レジストであることが、エッチング後のレジスト剥離の際の観点から好ましい。

【0044】次に、第1のレジスト20上に塗布された第2のレジスト21に対して、露光前のプリベークを行う。プリベークを行うことにより、第2のレジスト21の感度が向上し、微細なパターンも精度よく形成することができる。このプリベークは、クリーンオープンを用いて、空気雰囲気下、165度～170度で約30分間行う。

【0045】次に、図5に示すように、例えば電子線露光装置を用いて、上記第2のレジスト21に所定のパターンで電子線を照射することにより描画し、第2のレジスト21中にパターン潜像を形成する。但し、ここではポジ型の電子線レジストを使用した場合を例に挙げて説明する。具体的には、SV型MR素子8、電極接続部9a及びレジスト架台となる部分を残して、それ以外の部分に電子線を照射する。なお、図5においては、電子線が照射される部分を斜線で示している。また、第2のレジスト21としてネガ型の電子線レジストを用いた場合には電子線を照射する領域は上記の場合と反対になる。

【0046】ここで、レジスト架台は、マスクパターンにレジスト橋架部分を形成するためのものであって、最終的にMRヘッド部3を形成するに際しては、レジスト

架台は不要なものとなる。後述するように、MRヘッド部3とインダクティブ型磁気ヘッド部4とを形成した後に、基板5は、X₃-X₄線において切断、研磨される。すなわち、このX₃-X₄線における切断面が、薄膜磁気ヘッド1のABS(Air Bearing Surface)面となる。

また、レジスト架台は、例えば、SV型MR素子8を挟んで電極接続部9aと略対称に形成される。

【0047】次に、第1のレジスト20及び所定のパターン潜像が形成された第2のレジスト21を現像することにより、所定のマスクパターンを形成する。

【0048】まず、図6に示すように、第2のレジスト21を現像し、上層マスクパターンを形成する。第2のレジスト21を現像する現像液としては、第2のレジスト21を溶解させる力は大いだが、第1のレジスト20はほとんど溶解させないような現像液を用いることが好ましい。ここでは、この第2のレジスト21として、電子線が照射された部分の、現像液に対する溶解度が増大するポジ型レジストを用いた場合について説明している。従って、電子線が照射された部分のレジストは現像液に溶解して除去され、電子線が照射されなかった部分のレジストが残存して、上層マスクパターンが形成される。

【0049】第2のレジスト21の現像は、初めに基板5を現像液に約2分間浸漬した後、リンス液に20秒ほど浸すことにより行う。そして、基板5にN₂を吹き付けて、基板5に付着した現像液等の溶剤を飛ばして基板5を乾燥させる。このように、第2のレジスト21を現像することにより、SV型MR素子8、電極接続部9a及びレジスト架台となる部分のレジストが残存した上層マスクパターンが形成される。

【0050】次に、図7及び図8に示すように、第1のレジスト20の一部を溶解除去して所定形状とし、下層マスクパターンを形成する。ここで、図8は、図7中X₅-X₆線における断面図である。この第1のレジスト20の一部を溶解する現像液は、第1のレジスト20を溶解させる力は大いだが、第2のレジスト21はほとんど溶解しないような現像液を用いることが好ましい。このような第1のレジスト用現像液としては、例えばhoechst社製AZ-300MIF等のアルカリ現像液が用いられる。

【0051】上層マスクパターンを形成した後に、第1のレジスト20が溶解する現像液に基板を浸すと、第2のレジスト21が残存していないところ、すなわち第1のレジスト20が露出しているところでは、第1のレジスト20は、速やかに、例えば10秒程度で溶解し除去される。しかし、第2のレジスト21が残存し、当該第2のレジスト21によって覆われている部分の第1のレジスト20は、残存している第2のレジスト21の端部から徐々に溶解していく。

【0052】例えば、基板5をアルカリ現像液に浸して

11

40秒程で、第1のレジスト20は残存する第2のレジスト21の端部より0.5 μ m程度内側まで溶解する。このとき、SV型MR素子8となる部分の第1のレジスト21も溶解除去される。このようにして、第2のレジスト形状と相似形で小さな面積を有する下層マスクパターンを形成する。

【0053】最後に、1分程度流水にさらして現像液を除去した後、基板5にN₂を吹き付けて水分を飛ばした後、クリーンオープンによって50度で30分間加熱して基板5を乾燥させる。

【0054】このように、第1のレジスト20を現像することにより、電極接続部9a及びレジスト架台となる部分のレジストが残存して、下層マスクパターンが形成される。このとき、残存したレジストは、電極接続部9aとなる部分と相似形であって、当該電極接続部9aよりも小さい面積とされている。

【0055】ここで、図8に示すように、下層マスクパターンでは、SV型MR素子8となる部分のレジストは除去されている。一方、上層マスクパターンでは、SV型MR素子8となる部分のレジストは残存している。従って、上層マスクパターンにおいて、SV型MR素子8となる部分に残存したレジストと、SV膜8aとの間には空間が存在し、当該SV型MR素子8となる部分に残存したレジストは、SV膜8aに対して浮上していることになる。

【0056】上述したように、本発明では、各現像液に対する第1のレジスト20と第2のレジスト21との溶解性の差を利用して下層マスクパターンを形成しているので、下層マスクパターンと上層マスクパターンとの位置ずれが生じない。また、露光によるパターン潜像形成の工程は、第2のレジスト21に対してのみ行えば良く、工程を簡略化することができる。

【0057】次に、図9及び図10に示すように、上述のようにして形成されたマスクパターンをマスクとしてエッチングを行い、当該マスクパターンから露出しているSV膜8aを除去する。ここで、図10は、図9中X-Y-X'線における断面図である。エッチングは、例えばイオンエッチングにより行う。

【0058】このとき、最終的にSV型MR素子8となる部分のSV膜8aと接触してレジストが残存してマスクパターンが形成されていると、エッチングにより除去されたSV膜が、再びレジストの側面に付着してしまう。このように、レジストの側面に再付着したSV膜があると、レジストを剥離するときに、この再付着物によってSV型MR素子8にバリを発生させてしまう。SV型MR素子8にバリが発生すると、MRヘッド部3の再生感度の低下や歩留まりの低下等の原因となってしまう。

【0059】本実施の形態に係るマスクパターンの形成方法では、上述したように、SV型MR素子8となる部

12

分に残存したレジストは、SV膜8aに対して浮上している。従って、この状態では、エッチングにより除去されたSV膜が再付着するレジストの壁が素子部の直上にならないこととなる。また、エッチングにより除去されたSV膜が、SV型MR素子8となる部分の真上に残存したレジストに再付着しても、このレジストは、SV膜8aとは接していないため、上述したような、SV型MR素子8からレジストを剥離する際のバリ発生の問題はない。

10 【0060】さらに、このマスクパターンでは、上層マスクパターンのレジスト残存部分が、下層マスクパターンのレジスト残存部分よりも大きくなされている。すなわち、マスクパターンの周縁部において、第2のレジスト21は、第1のレジスト20よりも突き出している。この突き出した第2のレジスト21は、SV膜8aとは接触していない。従って、エッチングにより除去されたSV膜が、この突き出した第2のレジスト21に再付着しても、この部分は、SV膜8aとは接していないため、SV型MR素子8からレジストを剥離する際のバリ発生の問題はない。なお、この第2のレジスト21の突き出し量は、第1のレジスト20の現像時間により制御することができる。

【0061】また、エッチングを行う際にイオンビームの入射角を、基板5に対して略垂直 $\sim 20^\circ$ とすることが好ましい。イオンビームを、基板5に対して略垂直 $\sim 20^\circ$ の方向から入射させることで、エッチングにより除去されたSV膜の、レジストへの再付着を防止することができる。

【0062】最後に、図11に示すように、レジストを除去することにより、SV型MR素子8及び電極接続部分9aとが所定の形状に形成される。レジストを除去するには、各々のレジストに対応した剥離溶剤を使用して超音波洗浄にてレジストを剥離する。

【0063】このように、マスクパターンを2層構造とし、SV型MR素子8となる部分の真上に形成されるレジスト残存部を、スピンバルブ膜から浮かして形成することで、エッチング時のレジストへの再付着物があっても、レジストを剥離する際にSV型MR素子8のバリ発生を抑えることができる。

40 【0064】そして、SV型MR素子8及び後端電極9上に図示しない絶縁層11を積層し、絶縁層11の前端側に前端電極10を形成する。さらに、この前端電極10上に上部磁性層12を形成して、MRヘッド部3が完成する。さらに、MRヘッド部3上に、インダクティブ型磁気ヘッド部4を形成する。そして、SV型MR素子8の長辺方向の一端部がABS面に露出するまで研磨を行い、基板をヘッド毎に切り出すことで、薄膜磁気ヘッド1が完成する。

【0065】ここで、図12には、SV型MR素子8に後端電極9と前端電極10とが接続された様子を示して

13

いる。なお、図12においては、MRヘッド部3の絶縁層11や、インダクティブ型磁気ヘッド部4は省略して示している。図12に示すように、略長方形形状のSV型MR素子8の長手方向の一端部がABS面に露出するとともに、前端電極10が形成され、また、SV型MR素子8の他端部の電極接続部9aには、後端電極9が接続されている。

【0066】〈第2の実施の形態〉以下、本発明の他の実施の形態について説明する。

【0067】図13及び図14は、本発明を適用して製造される薄膜磁気ヘッド30の一構成例を示す図である。ここで、図13は、薄膜磁気ヘッド30の要部を抜き出して示した斜視図であり、図14は、図13のX₉-X₁₀線における断面図である。この薄膜磁気ヘッド30は、磁気記録媒体31から情報信号を再生するMRヘッド部32と、磁気記録媒体31に対して情報信号を記録するインダクティブ型磁気ヘッド部33とを有する。

【0068】MRヘッド部32は、基板34と、基板34上に形成された第1の絶縁膜35と、第1の絶縁膜35上に形成されたMRヘッド素子36と、MRヘッド素子36上に形成された第2の絶縁膜37と、第2の絶縁膜37上に形成された軟磁性層38とから構成される。

【0069】基板34は、MRヘッド部32の下層シールドとなる。この基板34には、例えばNi-Znフェライトや、Mn-Znフェライト等の硬質の軟磁性材料が使用される。第1の絶縁膜35は、MRヘッド部32の下層ギャップとなり、また、第2の絶縁膜37は、MRヘッド部32の上層ギャップとなる。

【0070】軟磁性層38は、MRヘッド部32の上層シールドとなるものである。なお、この軟磁性層38は、後述するように、インダクティブ型磁気ヘッド部33の下部磁気コアも兼ねている。

【0071】MRヘッド素子36は、第1の絶縁膜35及び第2の絶縁膜37を介して、基板34及び上記軟磁性層38に挟持されている。

【0072】図15は、MRヘッド部32に使用されるMRヘッド素子36の一構成例を示す平面図である。このMRヘッド素子36は、その長手方向が磁気記録媒体31との対向面と略平行になるように配された平面略長方形のSV型MR素子40と、上記SV型MR素子40の長手方向の両端部に形成された永久磁石膜41a、41bと、上記永久磁石膜41a、41bから導出された引き出し導体42a、42bと、上記引き出し導体42aの一端部に形成された外部端子43aと、上記引き出し導体42bの一端部に形成された外部端子43bとを備える。

【0073】SV膜は、例えば、フリー層、非磁性層、ピン層、反強磁性層とがこの順に積層されてなるものである。SV膜では、外部磁界によってフリー層の磁化方向が回転する。そしてフリー層の磁化方向とピン層の磁

14

化方向とがなす角度によってSV膜の抵抗が変化する。従って、上述のSV型MR素子40においては、このSV膜の抵抗変化を利用して外部磁界の検出を行うこととなる。このMRヘッド部32は、SV型MR素子40の長手方向が磁気記録媒体31との対向面に対して略平行となるように配された、いわゆる横型のMRヘッドである。

【0074】上記永久磁石膜41a、41bは、SV型MR素子40の長手方向の両端部に設けられ、永久磁石膜41a、41bからの磁場の影響によりSV型MR素子40を構成するフリー層の磁化方向を固定する。これにより、フリー層の磁化分布が単磁区状態に安定化されるため、SV型MR素子40の磁気抵抗特性をヒステリシスを有さない安定なものとすることができる。上記永久磁石膜41a、41bとしては、例えば一般式MO-Fe₂O₃（Mは2価の金属イオン）で表されるいわゆるフェライト等が用いられる。

【0075】ところで、上記永久磁石膜41a、41bは導電性を有しているため、このMRヘッド部32において、センス電流は引き出し導体42a、42bから永久磁石膜41a、41bを介してSV型MR素子40に供給される。そして、実際に磁気記録媒体31からの磁界を検出する感磁部となる部分は、永久磁石膜41a、41b間に設けられたSV型MR素子40である。従って、永久磁石膜41aと永久磁石膜41bとの間隔がトラック幅となり、永久磁石膜41a、41bによってトラック幅が規制されることになる。

【0076】引き出し導体42a、42bは、導電性膜からなり、SV型MR素子40及び永久磁石膜41a、41bへセンス電流を供給するための電極である。引き出し導体42a、42bの一端部は上記永久磁石膜41a、41bと接続しており、この引き出し導体42a、42bを介して上記永久磁石膜41a、41b及びSV型MR素子40にセンス電流が供給される。また、引き出し導体42a、42bの他端部には、外部と電気的接続をとるための外部端子43a、43bが形成される。

【0077】このようなMRヘッド部32を用いて磁気記録媒体31から記録信号を読み出す際には、引き出し導体42a、42bの一端部に形成された外部端子43a、43bから引き出し導体42a、42bを介してSV型MR素子40にセンス電流を供給し、SV型MR素子40の長手方向にセンス電流を流す。そしてこのセンス電流により、磁気記録媒体31からの磁界によって生じるSV型MR素子40の抵抗変化を検出し、これによって磁気記録媒体31からの記録信号を再生する。

【0078】インダクティブ型磁気ヘッド部33は、下部磁気コアを兼ねた軟磁性層38と、軟磁性層38上に形成され磁気ギャップとなるギャップ膜50と、ギャップ膜50上に形成された第1の平坦化層51と、第1の平坦化層51上にスパイラル状に形成された導体コイル

52と、導体コイル52上に形成された第2の平坦化層53と、第2の平坦化層53上に形成された軟磁性体からなる上部磁気コア54とを備える。

【0079】このようなインダクティブ型磁気ヘッド部33では、軟磁性層38（下部磁気コア）-上部磁気コア54によって閉磁路が形成されている。このため、このインダクティブ型磁気ヘッド部33では、下部磁気コアと上部磁気コア54との間に磁位差が生じ、この磁位差による磁束が導体コイル52を流れる電流と効率よく交差して、磁気記録媒体31への記録磁界の印加を行うことができる。

【0080】以下、上述したような構成を有する薄膜磁気ヘッド30の製造方法について説明する。

【0081】初めに、MRヘッド部32を形成する。MRヘッド部32を形成するには、まず、基板34を用意し、その表面に対して鏡面処理を施す。この基板34には、硬質の軟磁性材料が用いられる。次に、上記基板34上に、下層ギャップとなる第1の絶縁膜35をスパッタリング等により形成する。この第1の絶縁膜35の材料としては、例えば Al_2O_3 等が用いられる。次に、上

記第1の絶縁膜35上に、SV型MR素子40となるSV膜40aを形成する。

【0082】次に、SV型MR素子40となる部分の両端側に永久磁石膜41a、41bを形成する。永久磁石膜41a、41bを形成するには、まず、上記SV膜40a上にレジストを塗布し、フォトリソグラフィ技術により、永久磁石膜41a、41bとなる部分のみレジストが除去されたマスクパターンを形成する。なお、上記マスクパターンの形成方法については、後に詳細に説明する。

【0083】次に、上記マスクパターンをマスクとしてエッチングを行い、マスクから露出している部分のSV膜40aを除去する。エッチングは、例えばイオンエッチング等により行う。次に、上記マスクパターンを残存させたまま、永久磁石膜をスパッタリング等により全面に成膜する。最後に、レジストを当該レジスト上に成膜された永久磁石膜とともに除去することにより、所定パターンの永久磁石膜41a、41bがSV膜40a中に埋め込まれた状態となる。

【0084】次に、SV型MR素子40にセンス電流を供給する引き出し導体42a、42bを形成する。具体的には、まず、SV膜上にレジストを塗布し、フォトリソグラフィ技術により、引き出し導体42a、42bとなる部分のみレジストが除去されたマスクパターンを形成する。次にこのマスクパターンをマスクとしてエッチングを行い、マスクから露出している引き出し導体42a、42bとなる部分のSV膜40aを除去する。エッチングは、例えばイオンエッチング等により行う。

【0085】引き出し導体42a、42bとなる部分のSV膜40aを除去した後、上記マスクパターンを残存

させたまま導電性膜を成膜する。次に、レジストを当該レジスト上に形成された導電性膜とともに除去することにより、引き出し導体42a、42bの部分に導電性膜が形成された状態となる。

【0086】次に、上層ギャップとなる第2の絶縁膜37をスパッタリング等により形成する。この第2の絶縁膜37の材料としては、例えば Al_2O_3 等が用いられる。

【0087】次に、上層シールドとなる軟磁性層38を、例えばパターンめっきにより、所定の位置に形成する。この軟磁性層38の材料としては、例えばNiFe等が用いられる。以上のような工程を経ることによりMRヘッド部32が形成される。

【0088】次いで、インダクティブ型磁気ヘッド部33を作製する。まず、インダクティブ型磁気ヘッド部33の下部磁気コアを兼ねる軟磁性層38上にギャップ膜50を成膜する。次いで、このギャップ膜50上に表面の平坦化を図って導体コイル52を正確に形成するための、高分子材料等からなる第1の平坦化層51を成膜する。

【0089】次に、第1の平坦化層51上にパターンめっき法やイオンエッチング等により導体コイル52を形成する。この導体コイル52は、例えば、Cu等の導電性材料からなる。

【0090】次に、この導体コイル上に第2の平坦化層53を形成するとともに、この第2の平坦化層53の表面を研磨して平坦化する。

【0091】次に、第2の平坦化層53上にスパッタリングにより上部磁気コア54を形成するとともに、エッチングにより上部磁気コア54を所定形状に形成する。

【0092】以上の工程を経ることにより、インダクティブ型磁気ヘッド部33が形成され、薄膜磁気ヘッド30が完成する。

【0093】次に、MRヘッド部32のSV型MR素子40及び永久磁石膜41a、41bを形成する際のマスクパターンの形成方法について、図16～図27を参照しながら詳細に説明する。

【0094】まず、図16に示すように、第1の絶縁膜35と、SV型MR素子40になるSV膜40aとが形成された基板34を例えば約3000rpmで回転させながら、SV膜40a上に、第1のレジスト60をスピコート法により例えば約0.1 μm の厚さに塗布する。

【0095】この第1のレジスト60には、後述する第2のレジストの現像液に対しては溶解せず、当該第2のレジストが溶解しないある溶媒には溶解するような材料が用いられる。このような第1のレジスト60としては、例えばシブレイ製LOL-1000等が挙げられる。このLOL-1000は、主にポリメチルグルタールイミド(PMGI)からなる。

【0096】次に、SV膜40a上に塗布された第1のレジスト60に対して、露光前のプリベークを行う。このプリベークにより、第1のレジスト60の当該第1のレジスト用現像液に対する溶解速度を調整する。このプリベークは、クリーンオープンを用いて、空気雰囲気下、175度程度で約60分間行う。

【0097】次に、図17に示すように、基板34を例えば約3000rpmで回転させながら、第1のレジスト60上に第2のレジスト61をスピコート法により例えば約0.6μmの厚さに塗布する。この第2のレジスト61としては、例えば電子線レジストが用いられる。また、この第2のレジスト61は、電子線が照射された部分の、現像液に対する溶解度が增大するポジ型レジストであることが、エッチング後のレジスト剥離の際の観点から好ましい。

【0098】次に、第1のレジスト60上に塗布された第2のレジスト61に対して、露光前のプリベークを行う。プリベークを行うことにより、第2のレジスト61の感度が向上し、微細なパターンも精度よく形成することができる。このプリベークは、クリーンオープンを用いて、空気雰囲気下、165度〜170度で約30分間行う。

【0099】次に、図18に示すように、例えば電子線露光装置を用いて、上記第2のレジスト61に所定のパターンで電子線を照射することにより描画し、第2のレジスト61中にパターン潜像を形成する。但し、ここではポジ型の電子線レジストを使用した場合を例に挙げて説明する。具体的には、MRヘッド素子36の長手方向の両端側に配される永久磁石膜41a、41bとなる部分に電子線を照射する。ここで、図18においては、電子線が照射される部分を斜線で示している。なお、第2のレジスト60としてネガ型の電子線レジストを用いた場合には、電子線を照射する領域は上記の場合と反対になる。

【0100】次に、第1のレジスト60及び所定のパターン潜像が形成された第2のレジスト61を現像することにより、所定のマスクパターンを形成する。

【0101】まず、図19に示すように、第2のレジスト61を現像し、上層マスクパターンを形成する。第2のレジスト61を現像する現像液としては、第2のレジスト61を溶解させる力は大いだが、第1のレジスト60はほとんど溶解させないような現像液を用いることが好ましい。また、この第2のレジスト61は、電子線が照射された部分の、現像液に対する溶解度が增大するポジ型レジストである。従って、電子線が照射された部分のレジストは現像液に溶解して除去され、電子線が照射されなかった部分のレジストが残存して、上層マスクパターンを形成する。

【0102】現像は、初めに基板34を現像液に約2分間浸漬した後、リンス液に20秒ほど浸すことにより行

う。そして、基板34にN₂を吹き付けて、基板34に付着した現像液等の溶剤を飛ばして基板34を乾燥させる。このように、第2のレジスト61を現像することにより、永久磁石膜41a、41bとなる部分のレジストが溶離されて、永久磁石膜41a、41bとなる部分に開口部を有する上層マスクパターンが形成される。

【0103】次に、図20及び図21に示すように、第1のレジスト60を現像して、下層マスクパターンを形成する。ここで、図21は、図20中X₁₁-X₁₂線における断面図である。この第1のレジスト60を現像する現像液は、第1のレジスト60を溶解させる力は大いだが、第2のレジスト61はほとんど溶解させないような現像液を用いることが好ましい。このような第1のレジスト用現像液としては、例えばhoechst社製AZ-300MIF等のアルカリ現像液が用いられる。

【0104】上層マスクパターンを形成した後に、第1のレジスト60が溶解するアルカリ現像液に基板を浸すと、第2のレジスト61が残存していないところ、すなわち第1のレジスト60が露出しているところでは、第1のレジスト60は、速やかに、例えば10秒程度で溶解し除去される。しかし、第2のレジスト61が残存し、当該第2のレジスト61によって覆われている部分の第1のレジスト60は、残存している第2のレジスト61の端部から徐々に溶解していく。

【0105】例えば、基板34をアルカリ現像液に浸して40秒程で、第1のレジスト60は残存する第2のレジスト61の端部より0.5μm程度内側まで溶解する。このとき、SV型MR素子40となる部分の第1のレジスト60も溶解除去される。このようにして、第2のレジスト形状と相似形で大きめの開口部を有する下層マスクパターンを形成する。

【0106】最後に、1分程度流水にさらして現像液を除去した後、基板34にN₂を吹き付けて水分を飛ばした後、クリーンオープンによって50度で30分間加熱して基板34を乾燥させる。

【0107】このように、第1のレジスト60を現像することにより、永久磁石膜41a、41bとなる部分のレジストが溶離されて、SV型MR素子40及び永久磁石膜41a、41bとなる部分に、当該SV型MR素子40及び永久磁石膜41a、41bとなる部分よりも大きめの開口部を有する下層マスクパターンが形成される。

【0108】ここで、SV型MR素子40は、永久磁石膜41a、41bの間に形成される。下層マスクパターンは、SV型MR素子40及び永久磁石膜41a、41bとなる部分に開口部を有している。また、下層マスクパターン上に形成された上層マスクパターンは、永久磁石膜41a、41bとなる部分に開口部を有している。すなわち、下層マスクパターンでは、SV型MR素子40となる部分のレジストは除去されている。一方、上層

10

20

30

40

50

マスクパターンでは、SV型MR素子40となる部分のレジストは残存している。従って、上層マスクパターンにおいて、SV型MR素子40となる部分のレジストは、第1のレジスト60上に橋状に架け渡されているとともに、当該SV型MR素子40となる部分に残存したレジストとSV膜40aとの間には空間が存在する。すなわち、当該SV型MR素子40となる部分に残存したレジストは、SV膜40aに対して浮上していることになる。

【0109】上述したように、本発明では、各現像液に対する第1のレジスト60と第2のレジスト61との溶解性の差を利用して下層マスクパターンを形成しているため、下層マスクパターンと上層マスクパターンとの位置ずれが生じない。また、露光によるパターン潜像形成の工程は、第2のレジスト61に対してのみ行えば良く、工程を簡略化することができる。

【0110】次に、図22及び図23に示すように、このようにして形成されたマスクパターンをマスクとしてエッチングを行い、当該マスクパターンから露出しているSV膜40aを除去する。ここで、図23は、図22中X₁₃-X₁₄線における断面図である。エッチングは、例えばイオンエッチングにより行う。

【0111】このとき、最終的にSV型MR素子40となる部分のSV膜40aと接触してレジストが残存してマスクパターンが形成されていると、エッチングにより除去されたSV膜が、再びレジストの側面に付着してしまう。このように、レジストの側面に再付着したSV膜があると、レジストを剥離するときに、この再付着物によってSV型MR素子40にバリを発生させてしまう。SV型MR素子40にバリが発生すると、MRヘッド部32の再生感度の低下や歩留まりの低下等の原因となってしまう。

【0112】本実施の形態に係るマスクパターンの形成方法では、上述したように、SV型MR素子40となる部分に残存したレジストは、SV膜40aに対して浮上している。従って、この状態では、エッチングにより除去されたSV膜が再付着するレジストの壁が素子部の直上になくこととなる。また、エッチングにより除去されたSV膜が当該SV型MR素子40となる部分に残存したレジストに再付着しても、この部分は、SV膜40aとは接していないため、上述したような、SV型MR素子40からレジストを剥離する際のバリ発生の問題はない。

【0113】さらに、このマスクパターンでは、図23に示すように、下層マスクパターンの開口部が、上層マスクパターンの開口部よりも大きくなされているので、第2のレジスト61は、第1のレジスト60よりも開口部の内側に突き出ている。この第1のレジスト60よりも突き出して残存した第2のレジスト61は、SV膜40aとは接触していない。

【0114】従って、エッチングにより除去されたSV膜が、この突き出した第2のレジスト61に再付着しても、この部分は、SV膜40aとは接していないため、SV型MR素子40からレジストを剥離する際のバリ発生の問題はない。なお、この第2のレジスト61の突き出し量は、第1のレジスト60の現像時間により制御することができる。

【0115】また、エッチングを行う際にイオンビームの入射角を、基板34に対して略垂直〜20°程度とすることが好ましい。イオンビームを、基板34に対して略垂直〜20°の方向から入射させることで、エッチングにより除去されたSV膜の、レジストへの再付着を防止することができる。

【0116】次に、図24及び図25に示すように、上記マスクパターンを残存させたまま、永久磁石膜41をスパッタリング等により全面に成膜する。ここで、図25は、図24中X₁₅-X₁₆線における断面図である。

【0117】最後に、図26及び図27に示すように、レジストを当該レジスト上に成膜された永久磁石膜41とともに除去することにより、所定パターンの永久磁石膜41a、41bがSV膜40a中に埋め込まれた状態となる。ここで、図27は、図26中X₁₇-X₁₈線における断面図である。レジストを除去するには、各々のレジストに対応した剥離溶剤を使用して超音波洗浄にてレジストを剥離する。

【0118】ここで、永久磁石膜41をスパッタリング等により成膜する際にも、レジスト上に成膜された永久磁石膜の他、基板表面で反射、飛散した永久磁石膜が、レジストの側面に付着する。SV型MR素子40となる部分の真上に残存したレジストは、SV膜40aとは接していないため、レジストを当該レジスト上に成膜された永久磁石膜41とともに除去する際にも、当該レジストに付着した永久磁石膜によるバリ発生を防止することができる。

【0119】このように、マスクパターンを2層構造とし、SV型MR素子40となる部分の真上に形成されるマスクを、40aから浮かして形成することで、エッチング時のレジストへの再付着物があっても、マスクを剥離する際にSV型MR素子40のバリ発生を抑えることができる。

【0120】上述したように、本発明に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、MRヘッド部のSV型MR素子をエッチングにより所定形状に形成する場合に、マスクへの再付着物によるバリの発生を防止することができる。従って、本発明を適用して製造された薄膜磁気ヘッドは、SV型MR素子の特性劣化を抑えることができる。また、マスクパターンを形成する際に、電子線レジストを用いることで、例えば0.5μm以下という微細な素子も、精度よく、容易に形成することができる。

【0121】さらに、本発明に係る薄膜磁気ヘッドの製

21

造方法では、マスクパターンを残存させたまま、SV型MR素子を安定化させる永久磁石膜を成膜する際にも、マスクへの付着物によるSV型MR素子の特性劣化を防止するとともに、SV型MR素子と永久磁石膜との結合を安定化することができる。

【0122】なお、上述した実施の形態では、磁気抵抗効果素子として、巨大磁気抵抗効果を有するSV膜を用いたMRヘッドを例に挙げて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、異方性磁気抵抗効果を有する軟磁性膜を用いたMRヘッドや、SV膜以外の巨大磁気抵抗効果素子を用いたMRヘッドを製造する場合にも適用可能である。

【0123】また、上述した実施の形態では、上層マスクパターンを形成するレジストとして、ポジ型レジストである電子線レジストを例に挙げて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、フォトリソレジスト等、電子線レジスト以外のレジストや、ネガ型レジストを用いる場合にも適用可能である。

【0124】

【発明の効果】本発明のマスクパターンの形成方法では、第1のレジスト上に第2のレジストを塗布し、当該第2のレジストを露光して第2のレジスト中に所定のパターン潜像を形成した後に、まず、第2のレジストを現像して上層マスクパターンを形成し、次に、第1のレジストを現像して下層マスクパターンを形成している。従って、本発明のマスクパターンの形成方法では、上層マスクパターンに、上記薄膜との間が空間とされたレジスト橋架部分を容易に形成することができる。

【0125】従って、本発明に係るマスクパターンの形成方法で形成されたマスクパターンを、エッチングを行う際に用いた場合には、マスクへの再付着物によるバリの発生を防止することができる。

【0126】さらに、本発明のマスクパターンの形成方法では、レジストを2層に形成していても、パターンニングの工程が1回で済むので、2層のレジスト間でのパターンニングの位置ずれが起こらず、また、工程を簡単にすることができる。

【0127】また、本発明に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、マスクパターンを2層構成とするとともに、薄膜との間が空間とされたレジスト橋架部分を形成しているため、薄膜をエッチングにより所定形状に形成する場合に、マスクへの再付着物によるバリの発生を防止することができる。

【0128】従って、本発明に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、当該薄膜磁気ヘッドを構成する薄膜の形状劣化を防止し、当該薄膜の形状劣化に起因する特性劣化を抑えた薄膜磁気ヘッドを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用して製造される薄膜磁気ヘッドの一構成例をその要部を抜き出して示す斜視図である。

22

【図2】図1中、X₁-X₂線における断面図である。

【図3】マスクパターンの形成方法を説明する図であり、SV膜上に第1のレジストを塗布した状態を示す断面斜視図である。

【図4】マスクパターンの形成方法を説明する図であり、第1のレジスト上に第2のレジストを塗布した状態を示す断面斜視図である。

【図5】マスクパターンの形成方法を説明する図であり、第2のレジストを露光した状態を示す断面斜視図である。

【図6】マスクパターンの形成方法を説明する図であり、第2のレジストを現像した状態を示す断面斜視図である。

【図7】マスクパターンの形成方法を説明する図であり、第1のレジストを現像した状態を示す断面斜視図である。

【図8】図7中、X₅-X₆線における断面図である。

【図9】マスクパターンの形成方法を説明する図であり、マスクパターンから露出しているSV膜をエッチングした状態を示す断面斜視図である。

【図10】図9中、X₇-X₈線における断面図である。

【図11】マスクパターンの形成方法を説明する図であり、レジストを除去した状態を示す断面斜視図である。

【図12】SV型MR素子に、後端電極及び前端電極が形成された状態を示す断面斜視図である。

【図13】本発明を適用して製造される薄膜磁気ヘッドの一構成例をその要部を抜き出して示す斜視図である。

【図14】図13中、X₉-X₁₀線における断面図である。

【図15】図13及び図14の薄膜磁気ヘッドに用いられているSV型MRヘッド素子の一例を示す平面図である。

【図16】マスクパターンの形成方法を説明する図であり、SV膜上に第1のレジストを塗布した状態を示す断面斜視図である。

【図17】マスクパターンの形成方法を説明する図であり、第1のレジスト上に第2のレジストを塗布した状態を示す断面斜視図である。

【図18】マスクパターンの形成方法を説明する図であり、第2のレジストを露光した状態を示す断面斜視図である。

【図19】マスクパターンの形成方法を説明する図であり、第2のレジストを現像した状態を示す断面斜視図である。

【図20】マスクパターンの形成方法を説明する図であり、第1のレジストを現像した状態を示す断面斜視図である。

【図21】図20中、X₁₁-X₁₂線における断面図である。

【図22】マスクパターンの形成方法を説明する図であ

23

り、マスクパターンから露出しているSV膜をエッチングした状態を示す断面斜視図である。

【図23】図22中、X₁₃-X₁₄線における断面図である。

【図24】マスクパターンの形成方法を説明する図であり、全面に永久磁石膜を成膜した状態を示す断面斜視図である。

【図25】図24中、X₁₅-X₁₆線における断面図である。

【図26】マスクパターンの形成方法を説明する図であ 10

24

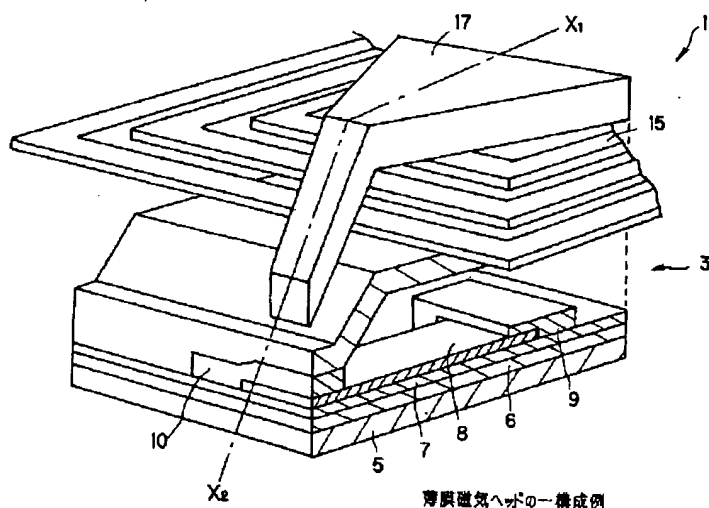
り、レジストを当該レジスト上に形成された永久磁石膜とともに剥離した状態を示す断面斜視図である。

【図27】図26中、X₁₇-X₁₈線における断面図である。

【符号の説明】

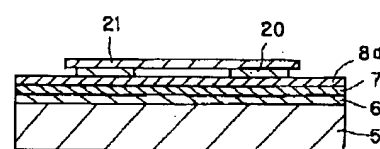
1, 30 薄膜磁気ヘッド、 3, 32 MRヘッド部、 4, 33 インダクティブ型磁気ヘッド部、 8, 40 SV型MR素子、 20, 60 第1のレジスト、 21, 61 第2のレジスト

【図1】

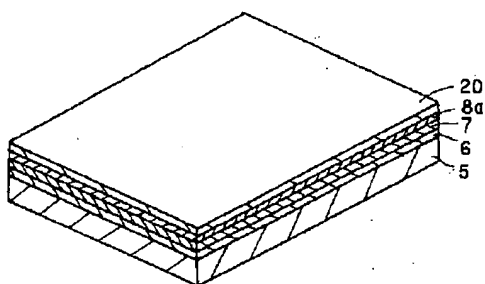


薄膜磁気ヘッドの一構成例

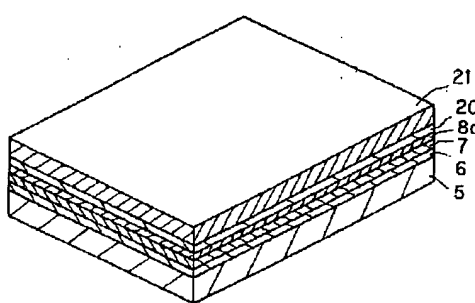
【図8】

X₅-X₆線断面図

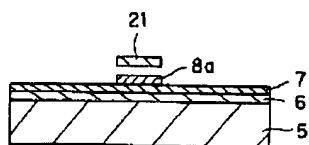
【図3】



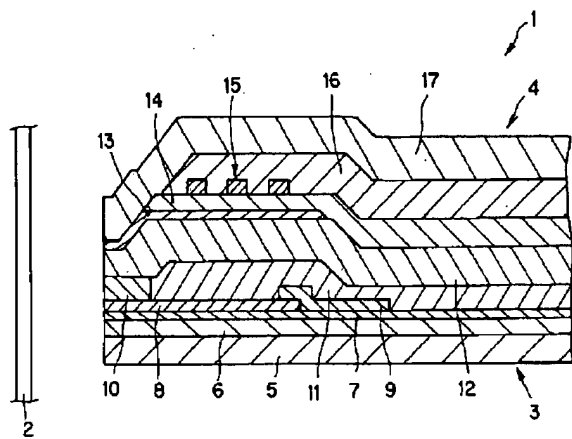
【図4】



【図10】

X₇-X₈線断面図

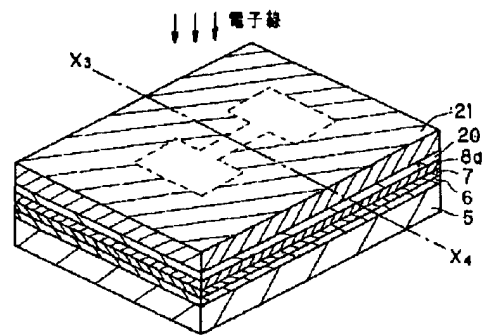
【図2】



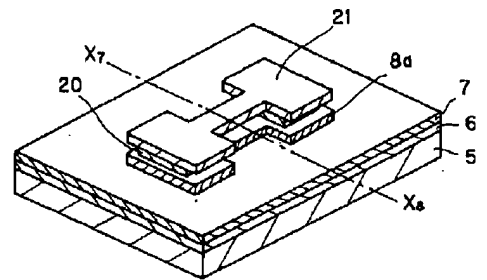
薄膜磁気ヘッドの一構成例

- | | |
|-------------------|-------------|
| 1: 薄膜磁気ヘッド | 13: ギャップ膜 |
| 2: 磁気記録媒体 | 14: 第1の平坦化層 |
| 3: MRヘッド部 | 15: 導体コイル |
| 4: インダクティブ型磁気ヘッド部 | 16: 第2の平坦化層 |
| 5: 基板 | 17: 上部磁気コア |
| 6: 下部磁性層 | |
| 7: 絶縁層 | |
| 8: SV型MR素子 | |
| 9: 後端電極 | |
| 10: 前縁電極 | |
| 11: 絶縁層 | |
| 12: 上部磁性層 | |

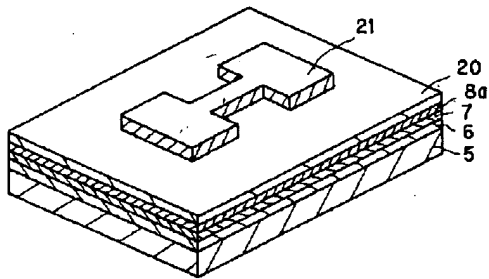
【図5】



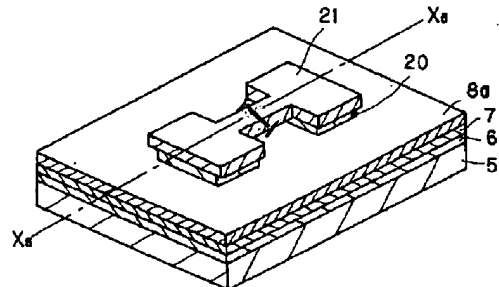
【図9】



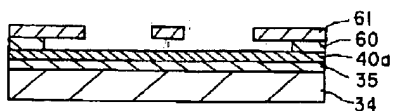
【図6】



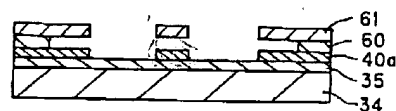
【図7】



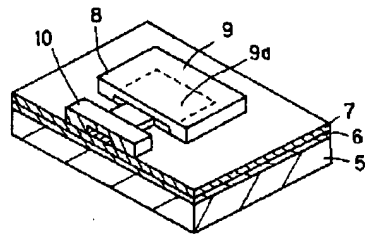
【図21】

X₁₁-X₁₂ 線断面図

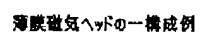
【図23】

X₁₃-X₁₄ 線断面図

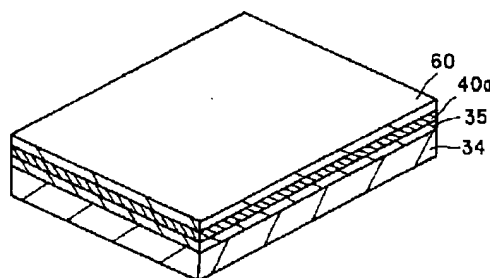
【図 12】



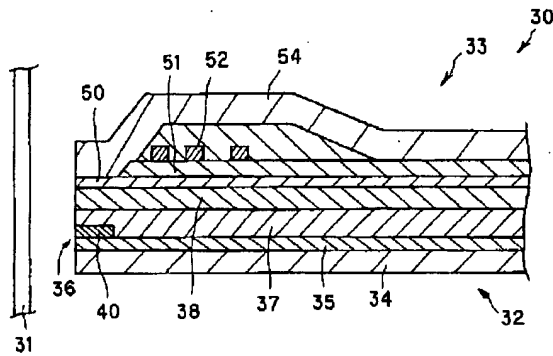
薄膜磁気ヘッドの一構成例



【图 16】



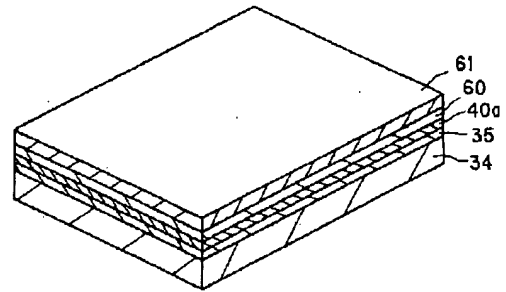
【図14】



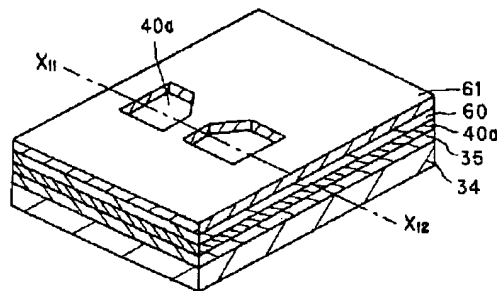
薄膜磁気ヘッドの一構成例

- | | |
|--------------------|-------------|
| 30: 薄膜磁気ヘッド | 50: ギャップ膜 |
| 31: 磁気記録媒体 | 51: 第1の平坦化層 |
| 32: MRヘッド部 | 52: 導体コイル |
| 33: インダクティブ型磁気ヘッド部 | 53: 第2の平坦化層 |
| 34: 基板 | 54: 上部磁気コア |
| 35: 第1の絶縁膜 | |
| 36: MRヘッド素子 | |
| 37: 第2の絶縁膜 | |
| 38: 軟磁性膜 | |

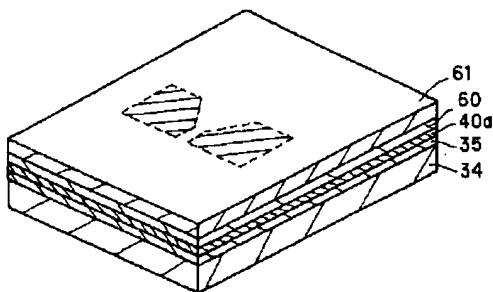
【図17】



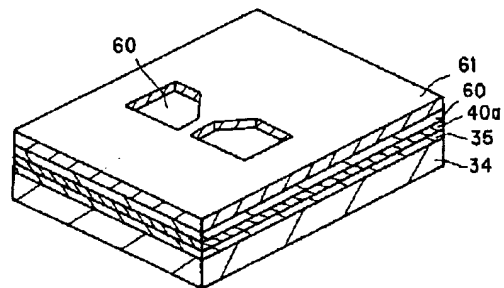
【図20】



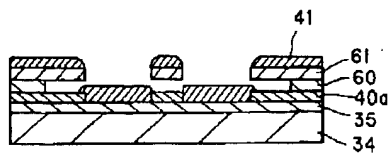
【図18】



【図19】

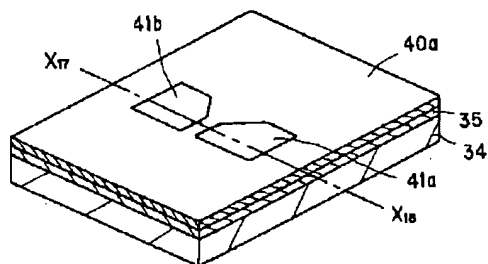


【図25】

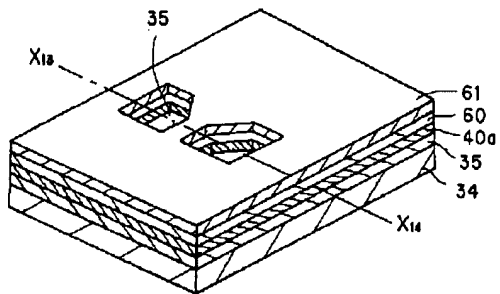


X15-X16 線断面図

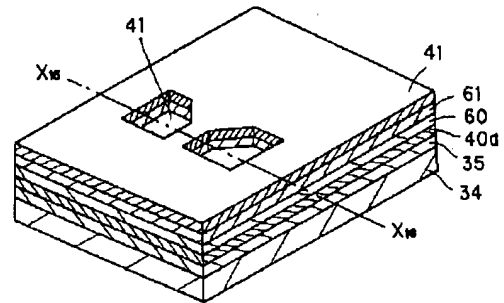
【図26】



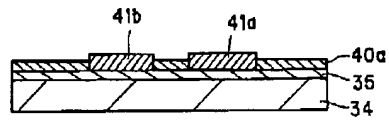
【図22】



【図24】



【図27】



X17-X18 線断面図